

# Interfaces táctiles para Interacción Humano-Robot

Sara Marqués Villaroya  
University Carlos III of Madrid  
smarques@ing.uc3m.es

Marcos Maroto  
University Carlos III of Madrid  
marmarot@pa.uc3m.es

José Carlos Castillo  
University Carlos III of Madrid  
jocastil@ing.uc3m.es

Juan José Gamboa  
University Carlos III of Madrid  
jgamboa@ing.uc3m.es

Fernando Alonso-Martín  
University Carlos III of Madrid  
famartin@ing.uc3m.es

Miguel Ángel Salichs  
University Carlos III of Madrid  
salichs@ing.uc3m.es

## Resumen

En la actualidad, las pantallas táctiles y tabletas han ganado protagonismo en el campo de la interacción humano-robot para robots sociales. Estos dispositivos se utilizan por ejemplo como complemento en sesiones de rehabilitación o estimulación cognitiva. Una de las ventajas que proporcionan estas interfaces es la reducción de algunos de los problemas existentes en los sistemas de comunicación por voz. Así, se proporciona un soporte gráfico en la pantalla y se aumentan las posibilidades de interacción del robot, pudiendo mostrar contenido multimedia, información variada o realizar juegos con el usuario. Para ello es fundamental el diseño de una interfaz gráfica intuitiva y que no requiera un conocimiento previo para su utilización con el fin de que usuarios sin experiencia con este tipo de dispositivos puedan interaccionar con ellos sin problemas. Este trabajo realiza un estudio sobre las aplicaciones actuales de pantallas táctiles y tabletas en robots, proporcionando una visión general de los elementos que deberían incorporar este tipo de interfaces. Además, se propone una aplicación a modo de ejemplo que incluye algunos de estos elementos.

**Keywords**—Robótica social, Interacción táctil, Tablet, Diseño de interfaces gráficas

## 1. Introducción

La investigación en Interacción Humano-Robot (HRI, por sus siglas en inglés) estudia las relaciones y comunicación entre humanos y robots. A largo plazo, el principal objetivo es permitir una interacción natural entre los seres humanos y los robots. Para conseguir una interacción natural es importante que la comunicación entre el robot y el humano sea multimodal, es decir, que emplee varios métodos de entrada o salida durante la interacción como información verbal, escrita, eventos táctiles o gestos [1]. En el campo de la robótica social, el modo de interacción más común es la voz procesada por los sistemas automáticos de reconocimiento de voz (ASR, por sus siglas en inglés) y el modo de salida más popular es el enunciado verbal del robot, normalmente generado por un sinteti-

zador de voz (TTS, por sus siglas en inglés). A pesar de que el modo de voz sea el más utilizado, suele ir acompañado de gestos, la mirada o el apoyo de una interfaz gráfica que proporcione soporte visual durante la interacción por voz [2].

Otra forma de interacción entre humanos y robots es la interacción táctil, ya sea a través de sensores de tacto tradicionales o a través de una pantalla táctil o tableta. Este tipo de interacción puede ayudar a reconocer e interpretar señales sociales estudiando los datos de duración, la presión y la velocidad con la que se haya tocado al robot o a la pantalla [3].

El trabajo que se presenta en este artículo trata de contribuir a la mejora de la interacción humano-robot, diseñando una aplicación para una pantalla táctil que permita ampliar las posibilidades de interacción del robot y ayude a solucionar los problemas de la comunicación entre la persona y el robot cuando haya problemas en la interacción por voz.

El resto del artículo se estructura de la siguiente manera: la sección 2 ofrece una revisión de sistemas que integran interfaces gráficas en robots. La sección 3 ofrece la propuesta de una interfaz gráfica que se podría utilizar en aplicaciones para robots sociales. La sección 4 presenta la interfaz gráfica desarrollada, la cual incluye algunas características expuestas en el apartado anterior. Por último en la sección 5 se presentan las conclusiones obtenidas tras la realización de este trabajo.

## 2. Robots con tabletas o pantalla

La interfaz intuitiva que nos ofrecen las tabletas, favorece la utilización de estos dispositivos en los entornos con robots. Los robots pueden mejorar la experiencia del usuario a través del funcionamiento en conjunto con aplicaciones en dispositivos inteligentes. En esta sección estudiaremos algunas aplicaciones reales de interfaces táctiles en HRI.

- *Juegos*: Popchilla (Interbots, 2011) combina una aplicación de dibujo interactivo con un robot que genera respuestas de movimiento y sonido a la entrada del usuario en la tableta. Este robot es utilizado en terapias pa-

ra niños con autismo [4]. Otros robots como RUBI cuentan con una pantalla táctil en el pecho. En esta pantalla puede mostrar juegos educativos para el desarrollo de vocabulario en los cuales se combinan elementos visuales y sonoros [5].

- *Tareas colaborativas*: Park et al. [6] presentan un conjunto de herramientas HRI que permite utilizar la pantalla de la tableta como un espacio de trabajo entre el humano y el robot. El participante enseña o aprende una nueva tarea a través de la demostración en la tableta como lo haría con otros colaboradores humanos. Para un robot es difícil reconocer las señales sociales de los humanos, la tableta disminuye la incertidumbre ya que está provista de sensores cuantitativos que proporcionan datos sobre el comportamiento gestual del usuario.
- *Comunicación*: En robótica social las pantallas táctiles se pueden utilizar como complemento al ASR en caso de que el robot no esté entendiendo al usuario con claridad [7]. También se pueden utilizar para mostrar componentes multimedia, como imágenes, vídeos o páginas web [8].
- *Localización de fuentes de sonidos*: Experiencias como Nakurama et al. [9] nos muestran como localizar fuentes de sonido en un entorno real mediante una tableta a la que se le añade una matriz de micrófonos. La ventaja en el uso de teléfonos inteligentes y tabletas es que están equipadas con una variedad cada vez mayor de sensores para ayudarnos a filtrar y organizar la gran cantidad de datos existentes en el entorno. La función principal de esta aplicación es la localización de usuarios alrededor del robot.
- *Recolección de información*: Teniendo en cuenta la inclusión de los robots en nuestro día a día podemos pensar en un robot que nos acompañe en nuestras experiencias y deje constancia de ellas. Existen robots como kiro-Pi [10] cuyo objetivo es la grabación y reproducción de momentos vividos por el usuario sin necesidad de que las fotografías o vídeos hayan sido tomados personalmente por dicho usuario, esto se traduce en una mayor interacción con el grupo. Este robot se basa en incorporar la instalación del hardware es una tableta, es decir, una tableta con brazos incorporados.

Por otro lado, existen estudios sobre las ventajas de utilizar una tableta, un robot o ambos dispositivos. Jost et al. [11] diseñaron una experiencia

para ver las diferencias durante un juego (adaptación del juego de memoria Simon) en tres escenarios diferentes: utilizando solo el robot *NAO*, usando únicamente una tableta o utilizando ambos. El primer escenario se basaba en la utilización únicamente del robot *NAO*, el cual sujetaba señales de colores para indicar el color y se las enseñaba al usuario en el orden que debía recordarlas. En el segundo escenario se usaba únicamente una tableta, la cual mostraba cuatro botones de colores que se iluminaban y el usuario debía repetir la secuencia pulsando en la pantalla. Por último, en el tercer escenario se utilizaban tanto el robot *Nao* como la tableta, en este caso la pantalla mostraba 4 botones de colores, igual que en el caso anterior, pero era el robot quien presionaba la tableta siguiendo las órdenes por voz del usuario. En las conclusiones se observa que a pesar de que la atención en el ejercicio es menor en el caso de utilizar tanto el robot como la tableta, en esta situación se produce una mayor interacción visual y verbal con el robot.

### 3. Propuesta

Uno de los campos donde se puede aplicar el desarrollo de interfaces gráficas para la interacción humano-robot es en las terapias con personas de la tercera edad. Según el estudio realizado por Chantal Kerssens et al. [12], una herramienta como una interfaz gráfica puede ayudar a manejar los síntomas y las necesidades comunes en la vida cotidiana de los ancianos. Además, estas tecnologías se pueden instalar en el hogar ayudando a los cuidadores a lidiar con las necesidades de las personas a su cuidado.

#### 3.1. Módulos software

La aplicación que se propone en este trabajo debe servir tanto para pantallas táctiles genéricas (p. ej. Bellbot [13]), como para robots con una tableta como (p. ej. Pepper [14]), por lo que se deberá desarrollar de forma genérica pudiendo ser utilizada en escritorio y en un dispositivo inteligente.

Muchas plataformas robóticas actuales utilizan ROS [15], por lo que el primer componente del sistema que controla la tableta implementará la comunicación con el robot (ver parte superior de la figura 1). ROS es una arquitectura de software específicamente desarrollada para uso con robots que ofrece procesos modulares, mecanismos de comunicación muchos-a-muchos y muchos-a-uno y gran estabilidad. Los procesos de ROS se llaman nodos. Éstos son independientes y se ejecutan en paralelo. Pueden intercambiar datos a través de tópicos (canales de datos identificados únicamente



te por su nombre) y además las funciones de un nodo dado pueden ser llamadas desde otros nodos usando un servicio, únicamente definido por un nombre o por un mensaje (estructura de datos estrictamente mecanografiada). Por lo tanto, un nodo interesado en un cierto tipo de dato se suscribirá al tópico apropiado. Pueden haber varios editores (*publishers* en inglés) y suscriptores (*subscribers* en inglés) simultáneos para un solo tópico y un solo nodo puede publicar y/o suscribirse a varios tópicos.

El segundo componente del sistema que controla la tableta implementará la comunicación con la interfaz gráfica, actualizando lo que se muestra en la tableta en cada momento (ver parte central de la figura 1). Una gran parte de las interfaces gráficas utilizan QML<sup>1</sup>, ya que permite describir qué componentes las forman y cómo estos interactúan entre sí. Por tanto, el puente entre la comunicación con el robot y la gestión de la interfaz se realizará utilizando este lenguaje.

Otro punto a favor de la utilización de la programación en QML es que permite la conexión entre los componentes de la interfaz gráfica y las propiedades que se ven modificadas por los parámetros de ROS, lo cual permite que dichos componentes se puedan crear de forma dinámica y por tanto, se pueda reducir la memoria utilizada para la aplicación.

### 3.2. Componentes de la interfaz de usuario

En líneas generales, es posible definir el tipo de contenido que una aplicación desarrollada para una pantalla táctil debe ser capaz de mostrar. En este caso, se proponen los componentes que mejor se ajustan a la aplicación propuesta: ejercicios de terapia con ancianos.

En primer lugar, es necesario mostrar contenido textual que permitirá mostrar recordatorios y explicaciones de las actividades que se van a realizar. También se dispondrá de la posibilidad de mostrar información visual y auditiva sobre cómo realizar una tarea básica a través de vídeos o recordatorios de eventos importantes a través de imágenes y audios de seres queridos. Otra característica de la que se deberá disponer será la de mostrar información web en la pantalla (noticias, previsión meteorológica...). Por último, es necesario tener algún tipo de pantallas que permitan la interacción directa entre la interfaz y el usuario, para ello se utilizarán pantallas de menús con botones. Este último tipo se utilizará principalmente

en las sesiones de estimulación cognitiva y en aquellos momentos en los que la interacción por voz humano-robot tenga dificultades.

### 3.3. Pantallas a partir de los componentes

Una de las funcionalidades que pueden tener este tipo de interfaces es su utilización de sesiones de rehabilitación y estimulación cognitiva. Teniendo este factor en cuenta se han estudiado el tipo de pantallas con las que se cuentan en diferentes hospitales en los que se utilizan ordenadores para este tipo de sesiones.

Uno de los factores a valorar es que en este tipo de sesiones el nivel de dificultad se adapta al usuario y por tanto, se deberán desarrollar desde pantallas sencillas en las cuales únicamente se muestre un texto o una imagen hasta pantallas complejas en las que los objetos se desplazarán por ella en forma de animación para que se pulse sobre ellos.

Algunos de los ejemplos que sería interesante desarrollar serían:

- *Pantallas donde se escoge una opción:* en este tipo de pantallas se mostrará una pregunta en la parte superior y el usuario deberá responder entre las opciones del menú central.
- *Pantallas donde se relacionan conceptos:* en este tipo de pantallas el usuario deberá relacionar un concepto con algún tipo de estímulo visual (texto, imágenes) para realizar correctamente el ejercicio.

## 4. Ejemplo práctico

En la actualidad se ha desarrollado una aplicación que permite realizar en gran medida, todas las capacidades explicadas en el apartado anterior. Esta aplicación se ha desarrollado para que pueda ser utilizada tanto en una pantalla de ordenador como en un dispositivo Android (smartphone o Tablet). Para el desarrollo de la aplicación se ha utilizado el entorno y librerías de *Qt*<sup>2</sup>, ya que permite la programación en QML y en C++. Estos dos lenguajes de programación permiten realizar tanto la comunicación entre el robot y la tableta como el desarrollo de la interfaz gráfica.

Las plataformas para las que se ha desarrollado la aplicación son: por un lado el robot *Maggie* [16], que cuenta con una pantalla táctil instalada en el pecho; el robot *Mbot* [17], equipado nuevamente con una pantalla táctil; y finalmente el robot *Mini* [18], donde el interfaz táctil es una tableta de 10" con sistema operativo Android (ver figura 2).

<sup>1</sup>Documentación de QML: <http://doc.qt.io/qt-5/qtqml-index.html>

<sup>2</sup>Sito web de Qt: <https://www.qt.io/es/>

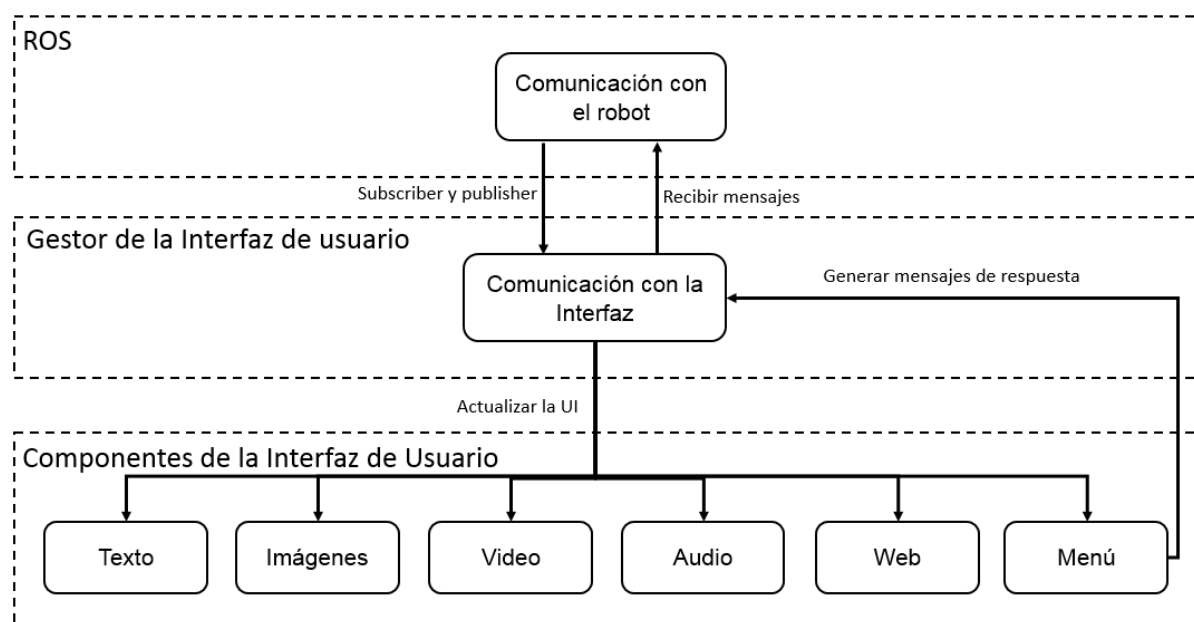


Figura 1: Relación entre las conexiones que se realizan entre un robot y una interfaz con el usuario. En la parte superior se puede observar el componente de ROS, encargado de realizar la comunicación con el robot. En la parte media se encuentra el componente encargado de realizar la función de gestor de la interfaz de usuario conectando los comandos enviados por el robot con los componentes de la interfaz. Por último la parte inferior muestran los distintos componentes que deberá contener la interfaz.

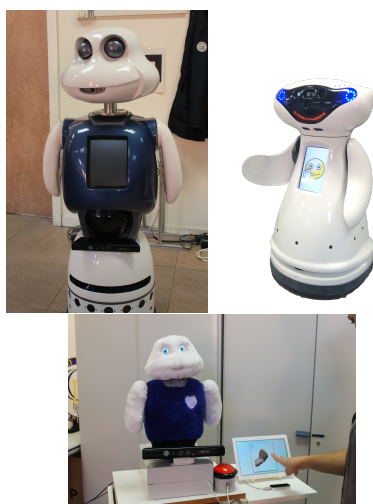


Figura 2: Plataformas para las que se ha desarrollado la aplicación. Arriba, izquierda, robot Maggie. Arriba, derecha, robot Mbot. Abajo, robot Mini.

#### 4.1. Tipos de pantallas desarrolladas

Las pantallas desarrolladas hasta el momento son por un lado las pantallas para poder mostrar contenido multimedia, en ellas se puede mostrar texto, imágenes, vídeos, audios, gifs y páginas web. Este tipo de pantallas se utilizan para el desarrollo de ejercicios de estimulación cognitiva como por ejemplo el ejercicio de las comidas, en el cual

se muestra la fotografía de una comida típica española y el usuario tiene que responder utilizando la voz en que zona de España se cocina (ver figura 3, izquierda). Por otro lado pantallas en las que se pueda mostrar un menú de botones. En estas pantallas el número de botones se puede configurar en cada caso, con un máximo de 5. Además en cada botón se puede mostrar o bien un texto o bien una imagen, dependiendo del tipo de ejercicio que se quiera realizar. Este tipo de pantallas están diseñadas para realizar la función método de entrada en la interacción humano-robot, es decir, el usuario puede enviar información al robot a través de ellas. En la figura 3, centro y derecha, se muestran dos ejemplos de menús con las dos configuraciones posibles (texto e iconos).

## 5. Conclusiones

En este artículo se ha realizado un repaso por la manera en que se usan las pantallas táctiles y tabletas en trabajos y proyectos relevantes en el ámbito de la robótica social, haciendo especial mención en la utilización de este tipo de robots en las terapias de rehabilitación cognitiva. Se han comentado las características importantes que debería incorporar una aplicación para este tipo de aplicaciones y se ha presentado una aplicación capaz de mostrar contenido multimedia y pantallas de tipo menú, todo ello gestionado por el robot.



Figura 3: Pantallas de la aplicación para escritorio en las que se muestran dos tipos de menús. Izquierda: Pantalla de la aplicación para escritorio en la que se muestra una imagen. Centro: Menú en el que los botones son imágenes. Derecha: Menú en el que los botones se muestra texto.

La arquitectura desarrollada para el sistema permite que la pantalla táctil pueda ser utilizada como método de salida (mostrar contenido) o como modo de entrada (respuesta del usuario en los menús).

Las principales aplicaciones a las que pueden destinarse este tipo de interfaces son aquellas en las que se requiere un tipo de ejercicios concretos, en los cuales un soporte gráfico resulta beneficioso (ejercicios de memoria, de relacionar conceptos...) y aquellas en las que la interacción humano-robot por voz resulte complicada (por factores ambientales o por falta de entendimiento entre el humano y la máquina).

Por otro lado, la instalación de sistemas robot-tableta en centros de día o residencias de ancianos podrían ser útiles a la hora de realizar sesiones de rehabilitación cognitiva, ayudar a ejecutar las tareas diarias o entretener a las personas mayores en su día a día. Por este motivo es clave que el diseño de la aplicación sea lo más sencillo posible para facilitar su uso.

Finalmente, tomando como base este trabajo sería interesante realizar mejoras en la aplicación existente, dotándola de todas las funcionalidades nombradas y comprobar con usuarios la utilidad de este tipo de tecnología como apoyo en la interacción humano-robot.

### Agradecimientos

La investigación desarrollada ha recibido financiación de dos proyectos: "Development of social robots to help seniors with cognitive impairment" (ROBSEN), financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad, y "RoboCity2030-III-CM", financiado por la Comunidad de Madrid y cofinanciado por los Fondos Estructurales de la Unión Europea.

### Referencias

- [1] M. Scheutz, P. Schermerhorn, J. Kramer, and D. Anderson, "First steps toward natural human-like hri," *Autonomous Robots*, vol. 22, no. 4, pp. 411–423, 2007.
- [2] F. Alonso-Martín, A. Castro-González, F. J. F. d. G. Luengo, and M. Á. Salichs, "Augmented robotics dialog system for enhancing human-robot interaction," *Sensors*, vol. 15, no. 7, pp. 15799–15829, 2015.
- [3] J. B. Van Erp and A. Toet, "Social touch in human-computer interaction," *Frontiers in digital humanities*, vol. 2, p. 2, 2015.
- [4] H. W. Park and A. M. Howard, "Tabaccess, a wireless controller for tablet accessibility for individuals with limited upper-body mobility," Georgia Institute of Technology, 2013.
- [5] M. Malmir, D. Forster, K. Youngstrom, L. Morrison, and J. R. Movellan, "Home alone: Social robots for digital ethnography of toddler behavior," in *2013 IEEE International Conference on Computer Vision Workshops*, pp. 762–768, Dec 2013.
- [6] H. W. Park and A. Howard, "Providing tablets as collaborative-task workspace for human-robot interaction," in *Human-Robot Interaction (HRI), 2013 8th ACM/IEEE International Conference on*, pp. 207–208, IEEE, 2013.
- [7] J.-H. Han, M.-H. Jo, V. Jones, and J.-H. Jo, "Comparative study on the educational use of home robots for children," *Journal of Information Processing Systems*, vol. 4, no. 4, pp. 159–168, 2008.

- [8] K. Goris, J. Saldien, B. Vanderborght, and D. Lefeber, "Probo, an intelligent huggable robot for hri studies with children," in *Human-Robot Interaction*, Intech, 2010.
- [9] K. Nakamura, L. Sinapayen, and K. Nakadai, "Interactive sound source localization using robot audition for tablet devices," in *Intelligent Robots and Systems (IROS), 2015 IEEE/RSJ International Conference on*, pp. 6137–6142, IEEE, 2015.
- [10] M. Yamamoto, S. Aoyagi, S. Fukumori, and T. Watanabe, "Kiropi: A life-log robot by installing embodied hardware on a tablet," in *Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN), 2015 24th IEEE International Symposium on*, pp. 258–263, IEEE, 2015.
- [11] C. Jost, M. Grandgeorge, B. Le Pévédic, and D. Duhaut, "Robot or tablet: Users' behaviors on a memory game," in *Robot and Human Interactive Communication, 2014 RO-MAN: The 23rd IEEE International Symposium on*, pp. 1050–1055, IEEE, 2014.
- [12] C. Kerssens, R. Kumar, A. E. Adams, C. C. Knott, L. Matalenas, J. A. Sanford, and W. A. Rogers, "Personalized technology to support older adults with and without cognitive impairment living at home," *American Journal of Alzheimer's Disease & Other Dementias*, vol. 30, no. 1, pp. 85–97, 2015. PMID: 25614507.
- [13] J. López, D. Pérez, E. Zalama, and J. Gómez-García-Bermejo, "Bellbot-a hotel assistant system using mobile robots," *International Journal of Advanced Robotic Systems*, vol. 10, no. 1, p. 40, 2013.
- [14] F. Tanaka, K. Isshiki, F. Takahashi, M. Uekusa, R. Sei, and K. Hayashi, "Pepper learns together with children: Development of an educational application," in *Humanoid Robots (Humanoids), 2015 IEEE-RAS 15th International Conference on*, pp. 270–275, IEEE, 2015.
- [15] M. Quigley, K. Conley, B. Gerkey, J. Faust, T. Foote, J. Leibs, R. Wheeler, and A. Y. Ng, "Ros: an open-source robot operating system," in *ICRA workshop on open source software*, vol. 3, p. 5, 2009.
- [16] M. A. Salichs, R. Barber, A. M. Khamis, M. Malfaz, J. F. Gorostiza, R. Pacheco, R. Rivas, A. Corrales, E. Delgado, and D. Garcia, "Maggie: A robotic platform for human-robot social interaction," in *2006 IEEE Conference on Robotics, Automation and Mechatronics*, pp. 1–7, June 2006.
- [17] V. González-Pacheco, Á. Castro-González, M. Malfaz, and M. A. Salichs, "Human robot interaction in the monarch project," in *Proc. 13th Workshop Robocity2030*, pp. 1–8, 2015.
- [18] Á. Castro-González, J. C. Castillo, F. Alonso-Martín, O. V. Olortegui-Ortega, V. González-Pacheco, M. Malfaz, and M. A. Salichs, "The effects of an impolite vs. a polite robot playing rock-paper-scissors," in *International Conference on Social Robotics*, pp. 306–316, Springer, 2016.